

520062

PGT/JP03/15045

25.11.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

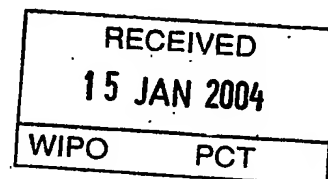
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 2 年 1 2 月    2 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 2 - 3 5 0 2 6 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:      [ J P 2 0 0 2 - 3 5 0 2 6 2 ]

出 願 人      三 菱 重 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):



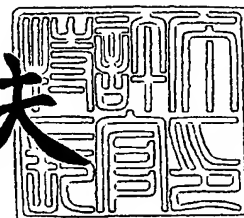
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 2 月 2 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 7 6 4 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 200203162

【提出日】 平成14年12月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F01D 5/02

【発明の名称】 タービン用ロータの補修方法

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

【氏名】 福永 義昭

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目8番19号 高菱エンジニアリング株式会社内

【氏名】 重 隆司

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内

【氏名】 山下 昌彦

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内

【氏名】 神吉 秀典

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206607

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 タービン用ロータの補修方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータ材に肉盛溶接を施し、補修部を形成するタービン用ロータの補修方法において、

前記肉盛溶接は溶着速度の速い薄盛溶接であり、該薄盛溶接のビードを積層することにより前記補修部を形成することを特徴とするタービン用ロータの補修方法。

【請求項 2】 前記溶着速度の速い薄盛溶接は、通電性を有するフラックスを用いたアーク溶接であることを特徴とする請求項 1 に記載のタービン用ロータの補修方法。

【請求項 3】 前記補修部は、初層より所定の高さまで比較的溶着速度の遅い肉盛溶接を施し、しかる後に、残部において比較的溶着速度の速い肉盛溶接を施したものであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のタービン用ロータの補修方法。

【請求項 4】 前記補修部に溝加工を施すことにより、ロータ翼溝を復元することを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載のタービン用ロータの補修方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、タービン用ロータの翼溝の補修方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、例えば蒸気タービン用ロータ外周に設けられている、動翼を取り付ける翼溝においては、長期間の使用により応力腐食割れを生じることがある。その補修方法の一つとして、割れが生じた翼溝を除去した後、肉盛溶接で翼溝を復元する方法がある。図 10 は、このような従来の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図である。同図において、1 はロータ本体、2 は補修部

である。ここでは翼溝を除去したロータ本体 1 に肉盛溶接を重ねて行き、補修部 2 を形成している。その後、補修部 2 に溝加工を施すことにより、図示しない翼溝を復元する。

#### 【0003】

ところが、蒸気タービン用低合金鋼ロータ材にはバナジウムが添加されており、溶接後に実施する溶接後熱処理時に結晶粒が粗大化しやすく、そのような溶接熱影響部（同図に a で示す）において再熱割れを生じやすいものとなっている。このような材料の再熱割れの生じやすさとして、具体的には、以下に示す条件式による成分構成が一つの指標となっている。

#### 【0004】

$$\Delta G = 3.3 \text{ Mo} \% + \text{Cr} \% + 8.1 \text{ V} \% - 2$$

$$\Delta G \geq 0$$

ここで、Mo はモリブデン、Cr はクロム、V はバナジウムである。また、クロムが 2.5 % 程度以下の場合を想定している。上記条件式を満たす材料は、再熱割れの危険性がある。

#### 【0005】

ちなみに、現在主に使用されているロータ母材における  $\Delta G$  の値は、以下のようになっている。

$$1 \text{ CrMoV 鋼} \quad : \Delta G \div 9.6$$

$$2 \text{ CrMoV 鋼} \quad : \Delta G \div 5.8$$

$$3.5 \text{ NiCrMoV 鋼} : \Delta G \div 2.1$$

即ち、何れの材料も再熱割れの危険性がある。

#### 【0006】

このような再熱割れを防止するには、溶接熱影響部で結晶粒の粗大化が生じないように肉盛溶接する必要がある。そこで、TIG 溶接のように溶着速度の遅い溶接方法を採用し、いわゆる薄盛溶接を重ねるようにすれば、溶接熱サイクルを繰り返し受けるため、溶接熱影響部が細粒組織となり、再熱割れを防止することができる。

#### 【0007】

**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上述したような、TIG溶接のように溶着速度の遅い溶接方法のみを採用したのでは、時間さらにはコストがかかるため、経済的に問題となる。一方、溶着速度の速い溶接方法としては、サブマージアーク溶接があるが、これは溶接入熱が大きいため、溶接部の溶け込み形状が深くなり、溶接熱サイクルが行き届かないこともあって、溶接熱影響部において結晶粒が粗大化しやすく、再熱割れが生じる危険がある。

**【0008】**

本発明は、このような問題点に鑑み、溶接熱影響部での再熱割れを防止し、しかも高能率の溶接が可能な、タービン用ロータの補修方法を提供することを目的とする。

**【0009】****【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために、本発明では、ロータ材に肉盛溶接を施し、補修部を形成する補修方法において、前記肉盛溶接は溶着速度の速い薄盛溶接であり、その薄盛溶接のビードを積層することにより前記補修部を形成することを特徴とするタービン用ロータの補修方法を行う。

**【0010】**

また、前記溶着速度の速い薄盛溶接は、通電性を有するフラックスを用いたアーク溶接であることを特徴とするタービン用ロータの補修方法を行う。

**【0011】**

また、前記補修部は、初層より所定の高さまで比較的溶着速度の遅い肉盛溶接を施し、しかる後に、残部において比較的溶着速度の速い肉盛溶接を施したものであることを特徴とするタービン用ロータの補修方法を行う。

**【0012】**

また、前記補修部に溝加工を施すことにより、ロータ翼溝を復元することを特徴とするタービン用ロータの補修方法を行う。

**【0013】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下の図面においては同様の役割を持つ部分には同一の符号を付している。図1は、本発明の第1の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図である。上述したような溶接熱影響部を完全に細粒化するには、溶け込みの浅い溶接ビードで肉盛溶接することが重要である。そして、溶着速度の速い溶接を行うために、本実施形態ではサブマージアーク溶接を採用する。

#### 【0014】

サブマージアーク溶接で溶け込みの浅い溶接を行うのは通常は困難であるが、通電性を有するフラックスを使用することで溶接時のアークが広がり、幅広で溶け込みの浅い溶接が可能となる。通電性を有するフラックスとしては、例えば（株）神戸製鋼所製フラックスPFH-203が適している。

#### 【0015】

また、溶接条件も重要であり、以下の溶接条件を採用することで、溶接熱影響部の組織を完全に細粒化することが可能になる。

溶接電流      : 400 ± 20 A  
溶接電圧      : 32 ± 3 V  
溶接速度      : 310 ± 20 mm/min  
溶接ワイヤ径: φ 4 mm

#### 【0016】

上記溶接条件での溶着速度は180 g/min程度であり、これはTIG溶接等と比較して通常の20倍程度の速さとなっており、溶接能率はロータの肉盛溶接に対して十分である。この条件で、上述したようなロータ材料に対して肉盛溶接と溶接後熱処理を行っても、再熱割れは生じない。つまり、図1にAで示した溶接熱影響部は、後続の溶接熱サイクルで全域細粒化される。即ち、結晶粒の粗大化は生じない。

#### 【0017】

図2は、本発明の第2の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図である。本実施形態では、上記第1の実施形態で示した溶接方法による肉盛溶接を、初層から所定の高さまで行い、しかる後に、より溶着速度の

速い溶接方法にて肉盛溶接を残部において行う。これにより、溶接熱影響部Aを細粒化した上で更に速い溶接を行うことができる。

#### 【0018】

具体的には、第1の実施形態の肉盛溶接（溶接ワイヤ径 $\phi$ 4mmのサブマージアーク溶接）を、初層から10mm以上の高さまで行い、その後、残部において溶接ワイヤ径 $\phi$ 5mmを用いたサブマージアーク溶接による肉盛溶接を行う。この10mm以上の高さとは、溶接ワイヤ径 $\phi$ 5mmのサブマージアーク溶接による熱影響範囲が溶接熱影響部Aに及ばない高さである。溶接ワイヤ径以外の溶接条件は同じである。ちなみに、溶接ワイヤ径 $\phi$ 5mmの場合の溶着速度は230g/min程度となっている。

#### 【0019】

図3は、本発明の第3の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図である。本実施形態では、溶接入熱の小さいいわゆるTIG溶接による肉盛溶接を、初層から所定の高さまで行い、しかる後に、上記第1の実施形態で示した溶接方法による肉盛溶接を残部において行う。これにより、溶接熱影響部Aを完全に細粒化した上で更に速い溶接を行うことができる。

#### 【0020】

具体的には、TIG溶接による肉盛溶接を初層から7mm以上の高さまで行い、その後、残部において第1の実施形態の溶接方法による肉盛溶接を行う。この7mm以上の高さとは、第1の実施形態のサブマージアーク溶接による熱影響範囲が溶接熱影響部Aに及ばない高さである。ちなみに、TIG溶接の溶着速度は10g/min程度となっている。

#### 【0021】

図4は、本発明の第4の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図である。本実施形態では、TIG溶接による肉盛溶接を初層から所定の高さまで行い、しかる後に、溶接ワイヤに加熱電流を流しつつ溶接するいわゆるホットTIG溶接による肉盛溶接を残部において行う。これにより、溶接熱影響部Aを完全に細粒化した上で更に速い溶接を行うことができる。

#### 【0022】



具体的には、TIG溶接による肉盛溶接を初層から5mm以上の高さまで行い、その後、残部においてホットTIG溶接による肉盛溶接を行う。この5mm以上の高さとは、ホットTIG溶接による熱影響範囲が溶接熱影響部Aに及ばない高さである。ちなみに、TIG溶接の溶着速度は10g/min程度、ホットTIG溶接の溶着速度は40g/min程度となっている。なお、ここでのTIG溶接条件例とホットTIG溶接条件例を以下に示しておく。

**【0023】**

## 〔TIG溶接条件例〕

溶接電流 : 280 A  
溶接電圧 : 12 V  
溶接速度 : 100 mm/min  
溶接ワイヤ径:  $\phi 1.6$  mm  
ワイヤ送給量: 10 g/min

**【0024】**

## 〔ホットTIG溶接条件例〕

溶接電流 : 280 A  
溶接電圧 : 12 V  
溶接速度 : 100 mm/min  
溶接ワイヤ径 :  $\phi 1.6$  mm  
ワイヤ加熱電流: 150 A  
ワイヤ送給量 : 40 g/min

**【0025】**

ところで、本発明が適用されるタービン用ロータの翼溝の補修方法について、その全般的な手順を以下に改めて示しておく。図5は、ロータの一例の外周部における、補修前の翼溝付近の様子を模式的に示す縦断面図である。同図は、ロータ軸に垂直な方向に翼溝が切ってあるタイプを示している。同図に示すように、ロータ本体101の外周部に設けられている翼溝103の例えば角部に、欠陥bが生じていたとする。このような場合、まず補修範囲Bで示すロータ本体101外周部全体を除去する。

## 【0026】

一方、図6は、ロータの他例の外周部における、補修前の翼溝付近をロータ軸方向より見た様子を模式的に示す図である。同図は、ロータ軸方向に翼溝が切つてあるタイプを示している。同図に示すように、ロータ本体101の外周部に設けられている翼溝103の例えば谷部に、欠陥cが生じていたとする。このような場合も、まず補修範囲Cで示すロータ本体101外周部全体を除去する。

## 【0027】

図7は、ロータ補修時の溶接ビードの積層状態を模式的に示す縦断面図である。ここでは上記図5或いは図6で示した補修範囲であるロータ本体外周部全体を除去した後、図7に示すように、例えば水冷したリング状の銅壁104にて、ロータ本体101外周部近傍を前後より挟み込む。そして、ロータ本体101を回転させつつ、銅壁104間で肉盛溶接を行う。このとき、ロータ本体101を一回転させる毎に、溶接ビードを所定の溶接ピッチPでシフトさせながら番号順に積層させて行き、最終的に補修部102を形成する。同図は積層数39の場合を示している。

## 【0028】

図8は、肉盛溶接中のロータ本体を外側から見た状態を模式的に示す図であり、溶接ビードのシフト要領を示している。肉盛溶接は同図に示すように、銅壁104間で、ロータ本体101を回転させつつ、溶接ビードを矢印で示した溶接方向で走らせ、一回転毎に所定の溶接ピッチPでシフトさせながら番号順に積層させて行われる。各周同士は所定のオーバーラップ範囲Qを有している。

## 【0029】

図9は、ロータ補修時の溶接位置を模式的に示す横断面図である。同図に示すように、溶接位置としては、矢印Tで示す位置、即ち矢印Rで示すロータ本体101の回転方向に対して、所定の離芯量Sで溶接ビードがロータ外周上で上り勝手となる位置（同図では中央より左側）となるように設定している。これにより、溶接ビードが薄く広がる肉盛溶接を行うことができる。逆に、溶接ビードがロータ外周上で下り勝手となる位置（同図では中央より右側）を溶接位置とすると、溶接ビードが狭くて厚く盛り上がる肉盛溶接となってしまう。

## 【0030】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、溶接熱影響部での再熱割れを防止し、しかも高能率の溶接が可能な、タービン用ロータの補修方法を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図。

【図2】本発明の第2の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図。

【図3】本発明の第3の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図。

【図4】本発明の第4の実施形態の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図。

【図5】ロータの一例の外周部における、補修前の翼溝付近の様子を模式的に示す縦断面図。

【図6】ロータの他例の外周部における、補修前の翼溝付近をロータ軸方向より見た様子を模式的に示す図。

【図7】ロータ補修時の溶接ビードの積層状態を模式的に示す縦断面図。

【図8】肉盛溶接中のロータ本体を外側から見た状態を模式的に示す図。

【図9】ロータ補修時の溶接位置を模式的に示す横断面図。

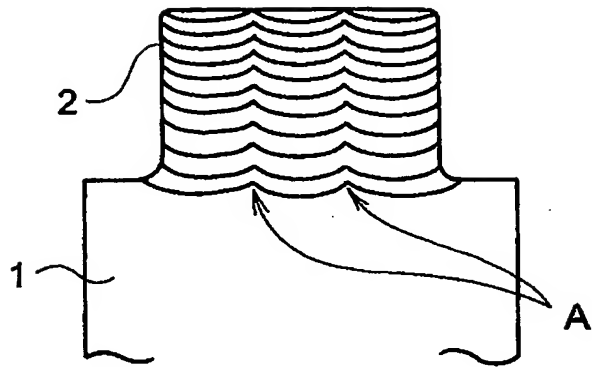
【図10】従来の補修方法によるロータの補修状態を模式的に示す縦断面図。

## 【符号の説明】

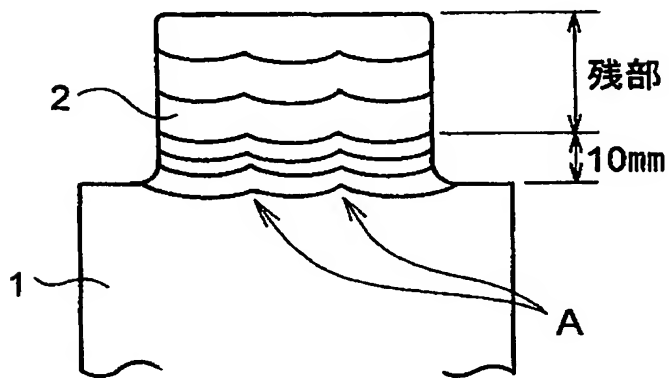
- 1     ロータ本体
- 2     補修部
- 101   ロータ本体
- 102   補修部
- 103   翼溝
- 104   銅壁

【書類名】 図面

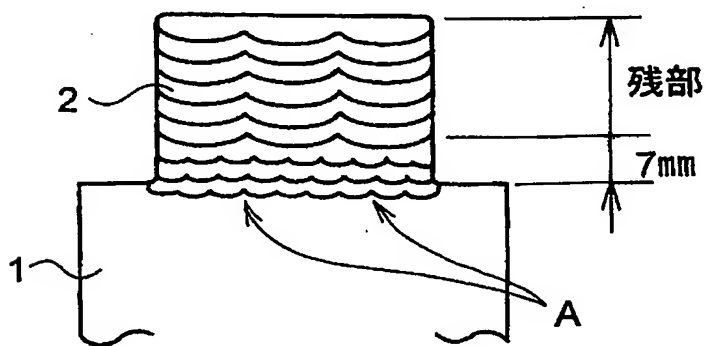
【図 1】



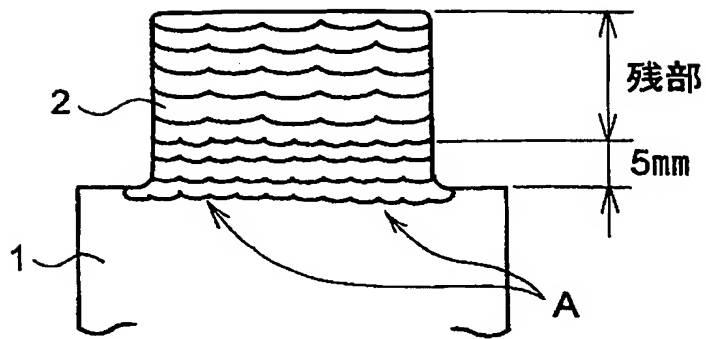
【図 2】



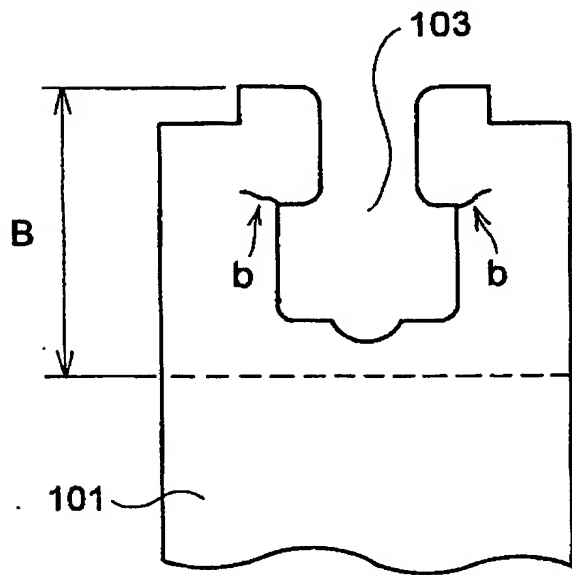
【図 3】



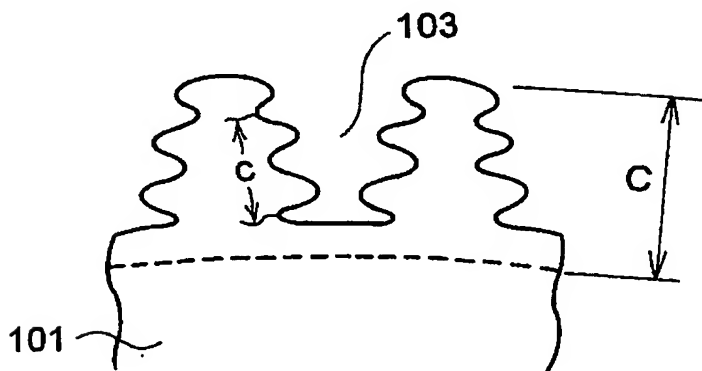
【図 4】



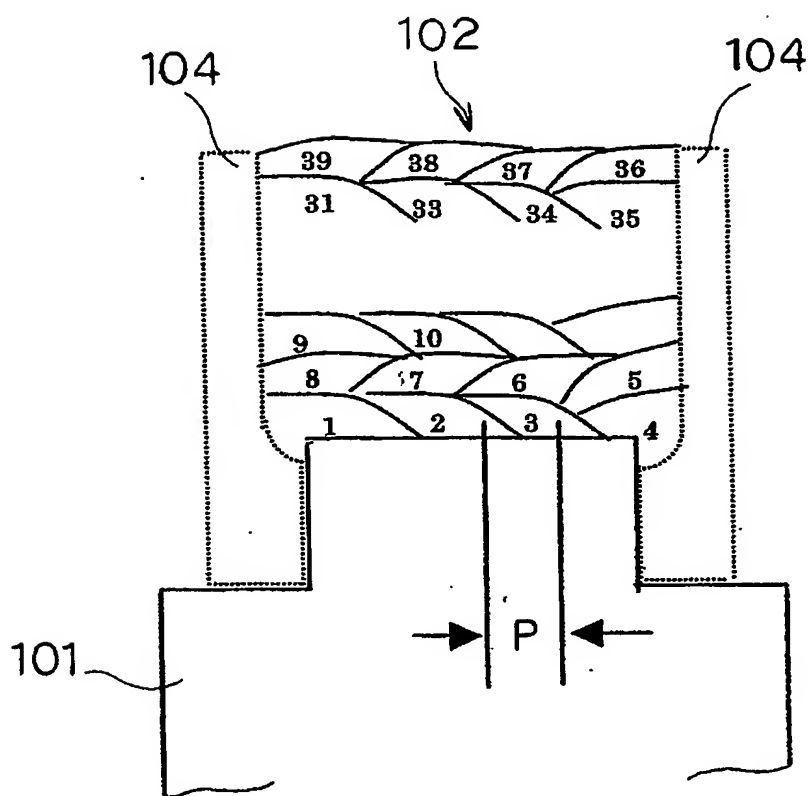
【図 5】



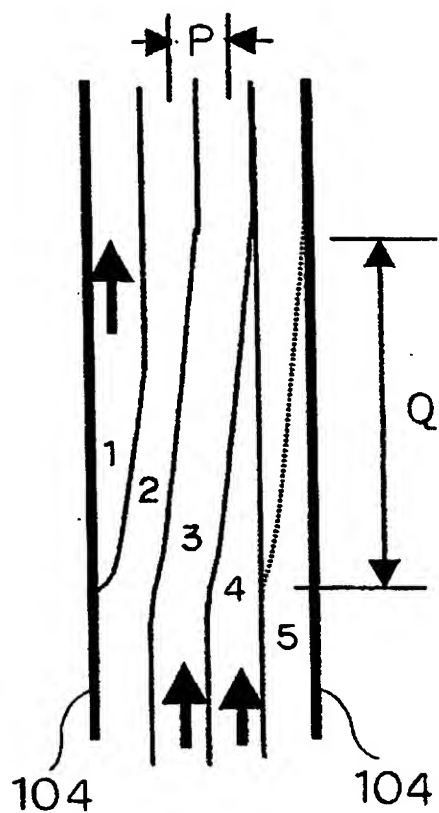
【図 6】



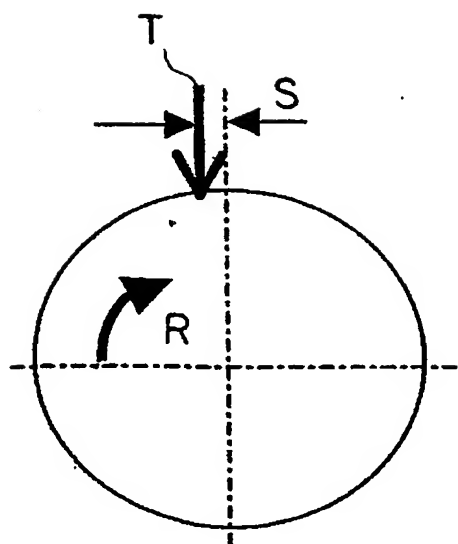
【図 7】



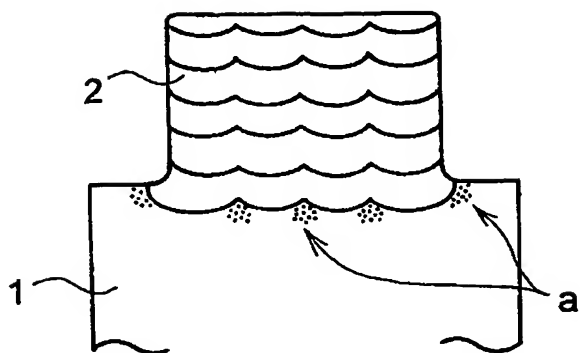
【図 8】



【図 9】



【図10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 溶接熱影響部での再熱割れを防止し、しかも高能率の溶接が可能な、タービン用ロータの補修方法を提供する。

【解決手段】 ロータ材に肉盛溶接を施し、補修部を形成する補修方法において、前記肉盛溶接は溶着速度の速い薄盛溶接であり、その薄盛溶接のビードを積層することにより前記補修部を形成する。さらに、前記溶着速度の速い薄盛溶接は、通電性を有するフラックスを用いたサブマージアーク溶接である。

【選択図】 なし

特願 2002-350262

出願人履歴情報

識別番号

[000006208]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

氏 名

三菱重工業株式会社

2. 変更年月日

2003年 5月 6日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区港南二丁目16番5号

氏 名

三菱重工業株式会社